

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ И РАЗРАБОТКИ КАФЕДРЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ» УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра «Электротехника и электротехнологические системы» Уральского федерального университета совместно с кафедрой «Электрические машины» осуществляет разработку и моделирование специальных электротехнологических и электромеханических систем в рамках научной школы университета «Энергосберегающие электромеханические и электротехнологические установки и системы». Экспериментальная база представлена научно-исследовательскими лабораториями «Лаборатория полупроводниковой техники и электротехнологий» и «Лаборатория электромеханики». Далее дается краткая характеристика разработок кафедры в области электротехнологий.

Электромагнитное перемешивание жидкой фазы слитка в процессе кристаллизации

При производстве проката из легких и тяжелых цветных металлов начальным этапом технологической цепочки обычно является процесс получения слитка в кристаллизаторе скольжения. От структуры слитка, распределения примесей по его сечению и качества поверхности слитка зависит, каким переделам он будет подвергаться при получении готовой продукции.

Коллективом кафедры отработаны и предлагаются к промышленной реализации технология и индукторы электромагнитного перемешивания расплава с целью формирования желаемой структуры слитка путем бесконтактного воздействия на кристаллизующийся металл бегущим электромагнитным полем. Такое организованное воздействие позволяет существенно сократить издержки на начальных этапах технологического процесса за счет получения более плотной структуры и гладкой поверхности слитка. При этом сокращаются энергетические затраты на подогрев слитка перед прессованием, затраты на работу пресса и износ прессового оборудования, увеличивается скорость литья.

На предприятиях были внедрены десятки разработанных на кафедре устройств для воздействия на жидкую сердцевину кристаллизующихся слитков тяжелых цветных металлов (рис. 1).

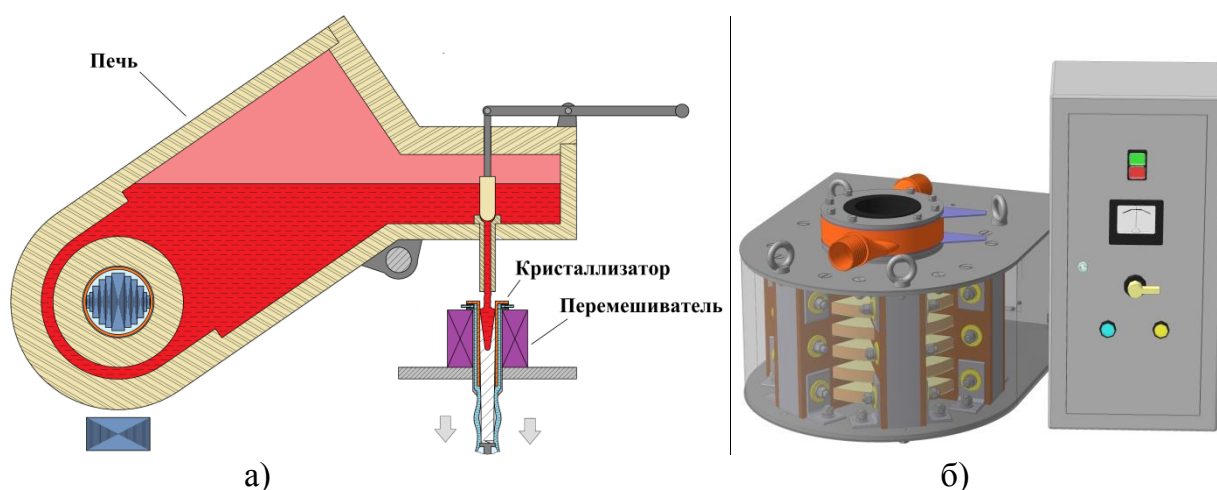
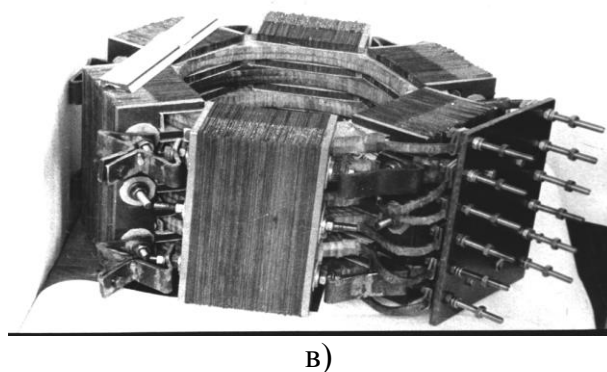


Рис. 1. Электромагнитный перемешиватель жидкой фазы слитка: а) расположение устройства в литейной машине; б) внешний вид; в) индуктор



Проводились исследования по улучшению структуры слитков из алюминиевых сплавов как в лабораторных условиях, так и в условиях промышленного производства.

Гомогенизация расплава в плавильном агрегате

Совмещение нагрева металла и его МГД - перемешивания (вращения) в ванне плавильного агрегата является перспективным направлением создания плавильно-литейных комплексов для производства композиционных материалов. При вращении металла индуцированным вращающимся в горизонтальной плоскости электромагнитным полем на поверхности расплава образуется воронка, что облегчает ввод материалов и обеспечивает высокую скорость диффузии за счет турбулентного скольжения металла в подшлаковом слое, позволяет устранить химическую неоднородность и обеспечить равномерность распределения дисперсных частиц.

Разработана турбоиндукционная тигельная печь (рис. 2), реализующая данную технологию. Основными потребителями технологии являются машиностроительные предприятия авиастроительного, судостроительного, ракетно-космического, оборонно-промышленного и атомного комплексов.

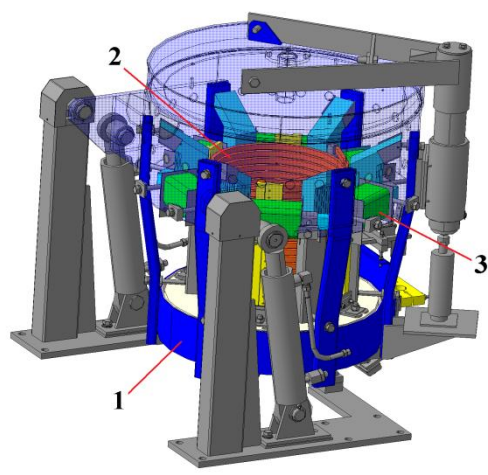


Рис. 2. Турбоиндукционная тигельная печь: а) конструкция печи; б) внешний вид, 1 - каркас печи, 2 - греющий индуктор, 3 - вращающийся индуктор

Переработка техногенных отходов

Металлургический агрегат, использующий технологию плавки с вращением и жидкофазным восстановлением, предлагается к применению для утилизации техногенных отходов металлургических производств и руд, непригодных для переработки традиционными методами. Вращение жидкометаллической подложки в агрегате осуществляется бесконтактно за счет электродинамических усилий, создаваемых в расплаве специальным индуктором-вращателем (рис. 3).

Продуктами переработки являются химические элементы, содержащиеся в исходной руде (отходах, шлаках), трудно извлекаемые традиционными способами.

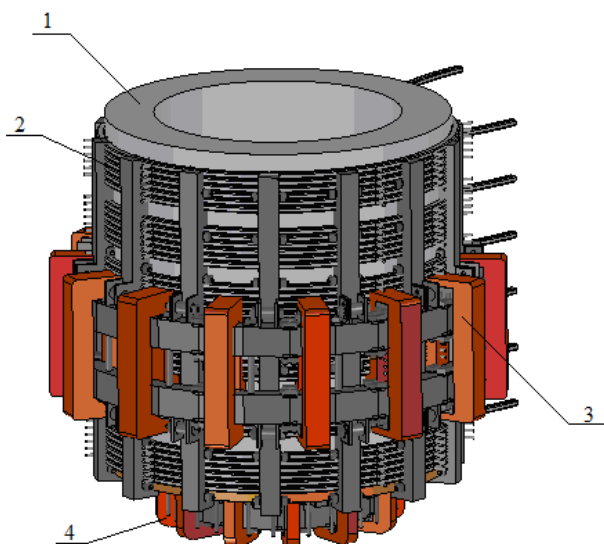


Рис. 3. Устройство опытного образца МПА
1 – тигель, 2 – греющий индуктор, 3 – бо-
ковой вращатель, 4- донный (торцевой)
вращатель

Побочным продуктом переработки является также плавленный клинкер, идущий на производство высококачественного цемента, стоимость которого покрывает стоимость электроэнергии на работу агрегата. Основными потребителями этого технического решения являются предприятия черной и цветной металлургии, занимающиеся переработкой техногенных отходов.

Индукционные МГД-насосы

В настоящее время МГД - насосы достаточно широко применяются в металлургии и атомной энергетике. Актуальна задача повышения эффективности и надежности насосов, снижения расхода стали и цветного металла при их изготовлении за счет применения новых материалов, технологий изготовления и методик расчета узлов насосов современных конструкций. Коллективом кафедры оптимизирована конструкция насоса с плоскими катушками (рис. 4).



а)



б)

Рис. 4. Индукционный насос для транспорта расплавленного металла:
а) насос в работе; б) конструкция обмоток

Разработанная технология изготовления катушек позволяет поднять рабочую температуру обмоток до 300 - 350 °С. За счет этого многократно по сравнению с эксплуатируемыми насосами снизились потери энергии в насосе, а также масса материалов на изготовление индуктора.

В металлургической промышленности полезный эффект от применения разработки проявляется в уменьшении уровня брака, обусловленного выходом из строя МГД - насоса в процессе отливки.

Устройства электродинамической сепарации технологических отходов

Электродинамическая сепарация основана на силовом взаимодействии бегущего магнитного поля с токами, наводимыми этим полем в проводящих частицах металлов, извлекаемых из отходов. Электродинамические сепараторы (рис. 5) являют-

ся эффективным средством извлечения цветных металлов из различных видов отходов (электронный и кабельный лом, отработанные формовочные пески литейного производства, автомобильный лом, твердые бытовые отходы и т.д.) и для сортировки их при подготовке к металлургическому переделу.

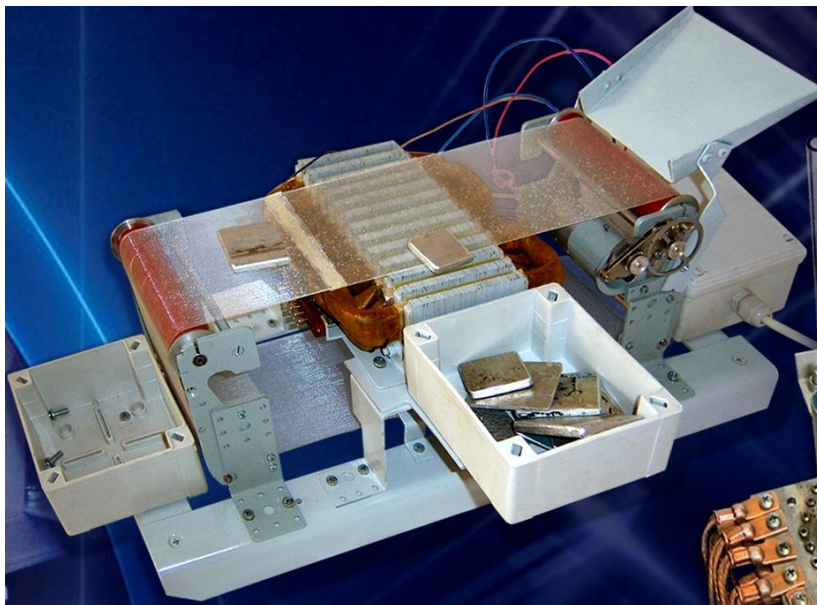


Рис. 5. Электродинамический сепаратор металло-содержащих отходов

В институте проводится оптимизация физических процессов в сепараторах под конкретные производственные задачи, обеспечивающая повышение технологических и энергетических показателей.

Повышение надежности и экономичности работы разборных контактных соединений электротехнического оборудования

Создание металлопокрытий на токопередающих поверхностях путем твердого подплавления при нанесении на них активных легкоплавких сплавов обеспечивает снижение переходного электрического сопротивления контактного соединения с металлопокрытием: алюминий-алюминий в 10-15 раз; алюминий-медь в 3-7 раз; медь – медь в 1,4-2 раза. Возможна работа в агрессивных средах при температуре от -40°C до $+500^{\circ}\text{C}$.

Главное преимущество данного способа по сравнению с традиционными лужением и серебрением контактов состоит в том, что он может применяться не только в условиях стационарного производства, но и в реальных условиях работы действующего электротехнического оборудования на различных объектах электроэнергетики.



Рис.6. Примеры применения предлагаемого способа нанесения металлопокрытий на электроконтактные соединения